




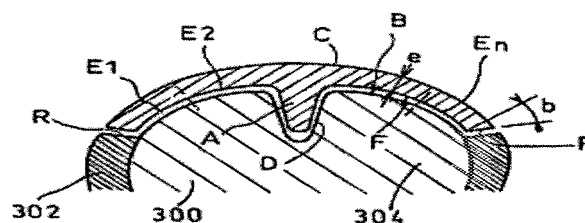


**ELEMENTS DE PROTHESE D'ARTICULATION ET PROCEDE DE FABRICATION DE CEUX-CI****Publication number:** FR2737970**Publication date:** 1997-02-28**Inventor:****Applicant:** CHIBRAC JEAN (FR)**Classification:****- international:** **A61F2/36; A61F2/38; A61B17/16; A61B17/17; A61F2/00; A61F2/30; A61F2/40; A61F2/44; A61F2/36; A61F2/38; A61B17/16; A61F2/00; A61F2/30; A61F2/44; (IPC1-7): A61F2/30; A61B17/56****- european:** A61F2/36A1; A61F2/38B; A61F2/38T**Application number:** FR19950010004 19950823**Priority number(s):** FR19950010004 19950823**Also published as:**

	WO9707753 (A1)
	EP0845964 (A1)
	EP0845964 (A0)
	EP0845964 (B1)
	DE69634255T (T2)

[Report a data error here](#)**Abstract of FR2737970**

Joint prosthesis members, a method for making same and an assembly for placing said prosthesis members are described, wherein the prosthesis member is placed in a joint surface resection and is restricted by a contact surface (C) and an attachment surface (F), mutually connected by a peripheral surface (P) which co-operates with a protruding edge (R) of the resection. An anchor element (A) protrudes into the attachment surface and is received in a corresponding anchoring hole (D).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 737 970**

②1 N° d'enregistrement national : **95 10004**

⑤1 Int Cl<sup>e</sup> : A 61 F 2/30, A 61 B 17/56

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 23.08.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 28.02.97 Bulletin 97/09.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CHIBRAC JEAN — FR et GEMON  
JEAN PIERRE — FR.

⑦2 Inventeur(s) :

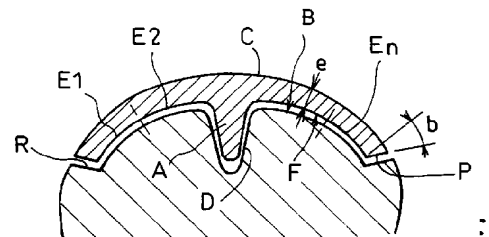
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 ELEMENTS DE PROTHESE D'ARTICULATION ET PROCEDE DE FABRICATION DE CEUX-CI.

⑤7 L'invention concerne des éléments de prothèse articulaire, un procédé de fabrication des prothèses et un ensemble de mise en place desdites prothèses.

L'élément de prothèse qui est mis en place dans une resection de la surface articulaire est limité par une surface de contact C, une surface de fixation F, ces surfaces étant raccordées par une surface périphérique P qui coopère avec un rebord en saillie R de la resection. Un élément d'ancrage A fait saillie dans la face de fixation et pénètre dans un trou d'ancrage D correspondant.



FR 2 737 970 - A1



La présente invention a pour objet des éléments de prothèse d'articulation, un ensemble de mise en place d'éléments de prothèse d'articulation et un procédé de fabrication desdits éléments de prothèse d'articulation.

5 De nombreuses maladies telles que l'arthrose ou les rhumatismes ou encore certains types d'accidents conduisent à des dégradations des différentes articulations et notamment des grosses articulations telles que la hanche, le genou, l'épaule etc. Ces problèmes ou accidents se traduisent plus particulièrement par la destruction des cartilages constituant la surface  
10 d'articulation. Cette dégradation, notamment des cartilages, peut conduire à un handicap sérieux pour le patient qui en est victime et même à une incapacité lourde.

Dans ce domaine, on connaît bien les éléments de prothèse utilisés pour l'articulation du genou ou de la hanche.

15 Les éléments de prothèse utilisés dans ce cas nécessitent selon les techniques actuelles une résection importante des surfaces articulaires, cette résection se traduisant soit par la réalisation d'une surface plane à l'extrémité de l'os concerné, soit par la réalisation de plusieurs surfaces planes angulées les unes par rapport aux autres constituant une approximation de la surface  
20 réelle d'articulation.

Ce type d'éléments de prothèse nécessite pour sa mise en place une résection importante de l'os. Cette résection nécessite à son tour la mise en oeuvre d'un matériel chirurgical lourd pour définir précisément le plan ou les plans de la surface de résection à réaliser. En outre, la surface de  
25 résection étant plane ou constituée par plusieurs portions de plan, il est nécessaire de prévoir un ancrage très important en profondeur de l'élément de prothèse dans la partie de l'os associé à la surface articulaire pour assurer la solidarisation de la prothèse. Ces éléments d'ancrage tels que vis, broches, plots, etc.. nécessitent le forage de trous d'ancrage importants dans l'os à  
30 traiter. Ce forage ou perçage important nécessite à son tour la mise en oeuvre d'un matériel chirurgical lourd. En outre, l'importance du forage ou du perçage dans l'os peut entraîner des conséquences dommageables pour la partie de l'os qui a subi cette perforation, notamment en ce qui concerne sa résistance mécanique lorsque des contraintes sont appliquées aux  
35 os constituant cette articulation lors de mouvements effectués

puisque, par sa longueur, l'élément d'ancrage reporte l'effort en une zone de l'os qui n'est pas prévue pour supporter cet effort.

En outre, les éléments de prothèse connus n'offrent pas aux praticiens un choix suffisant de gamme pour répondre aux degrés de liberté articulaire choisis. Enfin, les moyens d'ancrage de ces prothèses restent encore un  
5 élément d'interrogation en ce qui concerne leur solidité, leur stabilité et leur usure.

Un objet de la présente invention est de fournir des éléments de prothèse pour les différentes articulations du corps humain qui ne  
10 nécessitent qu'une résection de la surface articulaire limitée tout en présentant un ancrage très efficace sur la partie de l'os concernée et qui ne nécessite qu'un matériel chirurgical plus simple pour leur mise en place. Un autre objet de l'invention est de fournir un tel élément de prothèse articulaire qui, dans le cas où l'ensemble des ligaments de l'articulation reste intact,  
15 permet de redonner au patient l'ensemble des degrés de liberté de l'articulation saine.

Pour atteindre ce but, selon l'invention, l'élément de prothèse d'articulation destiné à être fixé sur la surface articulaire d'un os de l'articulation après résection convenable de ladite surface articulaire, ladite  
20 résection définissant sur au moins une partie de son contour un rebord en saillie, se caractérise en ce que ledit élément de prothèse est limité par une surface de contact destinée à coopérer avec l'élément de prothèse de l'autre os de l'articulation, ladite surface de contact étant analogue à la surface articulaire anatomique, une surface de fixation destinée à être fixée sur la résection de la surface articulaire et une surface périphérique de fixation  
25 pour le raccordement desdites surfaces de contact et de fixation, ladite surface périphérique étant destinée au moins en partie à coopérer avec le rebord en saillie de ladite résection, ladite surface de fixation étant munie d'au moins un élément d'ancrage, la distance, selon une direction fixe entre lesdites surfaces de contact et de fixation étant sensiblement constante, au  
30 moins dans sa zone centrale, ladite surface périphérique de raccordement comportant au moins des portions formant un angle par rapport à ladite direction fixe, par quoi lesdites portions de surface périphérique sont en appui sur les portions correspondantes du rebord de ladite résection.

On comprend que, grâce notamment à la forme de la surface de contact sur la partie de la surface articulaire ayant subi la résection et grâce à  
35

la présence de la surface périphérique de l'élément de prothèse qui coopère avec le rebord en saillie de la résection, on obtient déjà une bonne solidarisation de l'élément de prothèse sur la surface articulaire de l'os après la résection. On comprend qu'ainsi, il suffit de prévoir un élément d'ancrage  
5 relativement peu important et ne pénétrant dans l'os que sur une longueur réduite pour immobiliser totalement et parfaitement l'élément de prothèse sur l'extrémité de l'os.

Un autre objet de l'invention est de fournir un ensemble de mise en place de prothèses d'articulation sur une surface articulaire d'un des os de  
10 ladite articulation caractérisé en ce qu'il comprend:

- un ensemble de prothèses semblables se distinguant par certaines côtes, chaque prothèse comprenant une face de contact pour coopérer avec une prothèse d'un autre type fixée sur l'autre os de ladite articulation, une face de fixation destinée à être fixée sur ladite surface articulaire de l'os  
15 après résection convenable de celui-ci, ladite face de fixation étant munie d'au moins un élément d'ancrage faisant saillie dans ladite face et une surface périphérique reliant lesdites faces de contact et de fixation, chaque élément de prothèse ayant une épaisseur sensiblement constante au moins dans sa partie centrale entre lesdites deux faces;

- un premier ensemble de moyens formant gabarits de contour de résection, chaque gabarit étant associé à une prothèse de l'ensemble, chaque gabarit de contour comportant des moyens de traçage du contour de la résection à réaliser, ledit contour correspondant à la périphérie de ladite prothèse;

- un ensemble de moyens formant gabarits de trous d'ancrage, chaque moyen formant gabarit étant associé à une des prothèses de l'ensemble, chaque gabarit de trou d'ancrage comportant des moyens de positionnement par rapport au contour de résection et des moyens de traçage de l'emplacement du ou des trous d'ancrage associés aux éléments d'ancrage;

- un premier ensemble d'instruments de fraisage pour réaliser ladite résection à l'intérieur dudit contour et contrôler les paramètres de fraisage;

- un deuxième ensemble d'instruments de forage pour réaliser lesdits trous d'ancrage et contrôler les paramètres de forage; et

- des moyens d'aide au guidage du déplacement desdits instruments  
35 de telle manière que les instruments de fraisage soient déplacés au moins selon ledit contour de telle manière que leur axe reste sensiblement parallèle

à une direction fixe, ladite direction étant liée auxdits gabarits et que les instruments de forage soient maintenus avec le même axe de perçage.

On comprend que, grâce à l'utilisation d'une part de gabarits matériels ou optiques permettant le traçage du contour de la résection et le  
5 positionnement du ou des trous d'ancrage de l'élément de prothèse et grâce à l'utilisation de fraisage pour réaliser la résection, on obtient effectivement une résection qui permet l'utilisation d'un élément de prothèse dont la surface périphérique coopère mécaniquement avec le rebord en saillie de la résection obtenue.

10 Plus généralement, on comprend que l'invention, dans ses différents aspects, permet d'utiliser des éléments de prothèse pour les différentes articulations dont la forme coïncide avec la résection réalisée par le chirurgien lors de la mise en place des éléments de prothèse. On comprend également que, grâce à l'épaisseur sensiblement constante de ces éléments  
15 de prothèse et grâce à la surface périphérique de ces éléments de prothèse qui vient en appui sur le rebord de la résection, on a une immobilisation de l'élément de prothèse qui ne nécessite pas la mise en oeuvre d'un ancrage important de l'élément de prothèse sur l'os considéré et, en particulier, qui ne pénètre plus sur une longueur importante dans l'os.

20 Un autre objet de l'invention est de fournir un procédé de fabrication d'élément de prothèse d'articulation caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- on part d'un os ayant la forme exacte de la surface articulaire d'un os naturel pour lequel on veut fabriquer la prothèse;
- 25 – on fraise une partie de l'extrémité de l'os selon ladite surface articulaire en maintenant une direction constante de fraisage de manière à définir une zone centrale fraisée et une surface périphérique, la profondeur de fraisage étant sensiblement constante dans ladite zone centrale, ladite surface périphérique définissant au moins en partie un rebord en saillie par rapport à ladite zone centrale selon la direction de fraisage;
- 30 – on fraise dans ladite zone centrale au moins un orifice d'ancrage;
- on réalise un moule dont l'empreinte est limitée d'une part par une surface analogue à la surface articulaire de l'os avant fraisage et d'autre part par la zone centrale fraisée et ladite surface périphérique résultant du  
35 fraisage;

– on introduit dans ledit moule un matériau de moulage pour que celui-ci prenne la forme de l'empreinte du moule;

– on démoule la pièce ainsi obtenue par quoi on obtient un prototype dudit élément de prothèse; et

5       – on réalise ledit élément de prothèse à partir dudit prototype.

Grâce au procédé de fabrication des éléments de prothèse, il est possible de donner à la face de contact de l'élément de prothèse une forme identique ou quasi-identique à celle de la surface articulaire anatomique avant la résection. Cette disposition est particulièrement intéressante lorsque  
10 le système de ligaments de l'articulation demeure intact chez le patient à équiper de la prothèse. En revanche, dans le cas où le système de ligaments a été affecté et où les degrés de liberté anatomique doivent être limités en conséquence, il est possible de donner à la surface de contact de l'élément de prothèse une forme modifiée présentant une congruence plus importante  
15 avec la surface de contact de l'élément de prothèse associé afin de limiter les possibilités de mouvement relatif des os formant l'articulation.

Selon un premier mode de mise en oeuvre, les éléments d'ancrage sont des ergots de forme générale conique qui pénètrent dans des trous d'ancrage de même forme.

20       Selon un deuxième mode de mise en oeuvre, l'élément d'ancrage a une forme en queue d'aronde raccordée à la partie centrale de la surface de fixation. Dans ce cas, le trou ou orifice d'ancrage présente la forme conjuguée de l'élément d'ancrage. Pour permettre la mise en place de l'élément de prothèse, on comprend que le trou d'ancrage doit déboucher à  
25 une extrémité, alors qu'il est obturé à son autre extrémité par l'os non réséqué. Dans ce cas, l'ancrage est avantageusement complété par une vis ou broche engagée dans l'extrémité libre de l'élément d'ancrage afin d'immobiliser en translation l'élément de prothèse.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront  
30 mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles:

– La figure 1 est une perspective de la résection réalisée sur l'extrémité supérieure du tibia;

35       – Les figures 1a et 1b sont des vues en perspective des éléments de prothèse à mettre en place sur l'extrémité supérieure du tibia;

- La figure 1c est une vue en coupe de l'élément de prothèse de la figure 1a mis en place;
- La figure 2 est une vue en perspective de la résection réalisée sur l'extrémité inférieure de l'humérus;
- 5       – La figure 2a est une vue en perspective de l'élément de prothèse à mettre en place sur la résection de la figure 2;
- La figure 2b est une vue en coupe de l'élément de prothèse de la figure 2a mis en place;
- La figure 3 est une vue en perspective de la résection réalisée sur la
- 10 tête de l'humérus;
- La figure 3a est une vue en perspective de l'élément de prothèse à mettre en place sur la résection de la figure 3;
- La figure 3b est une vue en coupe de l'élément de prothèse de la figure 3a mis en place;
- 15       – La figure 4a est une vue simplifiée en coupe d'un premier type d'élément de prothèse;
- La figure 4b est une vue en coupe d'un deuxième type d'élément de prothèse;
- Les figures 4c et 4d sont des vues en coupe de troisième et
- 20 quatrième types d'éléments de prothèse;
- Les figures 4e à 4g illustrent un élément de prothèse dont l'élément d'ancrage est en forme de queue d'aronde, les figures 4e et 4f montrant la résection en vue de dessus et en coupe verticale, la figure 4g montrant l'élément de prothèse en coupe verticale;
- 25       – La figure 5 est une vue en élévation illustrant la première étape du procédé de fabrication d'un élément de prothèse;
- La figure 6 est une vue de dessus de la surface articulaire d'un os montrant la définition de la résection;
- Les figures 7a, 7b et 7c illustrent deux types de fraise utilisables
- 30 pour la fabrication d'un élément de prothèse;
- La figure 8 est une vue en coupe verticale d'un moule utilisable pour la fabrication d'un prototype d'élément de prothèse.

Avant de décrire en détail la forme des éléments de prothèse, on va rappeler le principe général de la présente invention. Les éléments de

35 prothèse sont implantés dans des résections réalisées au préalable par le chirurgien sur les surfaces articulaires. Grâce à l'ensemble des instruments,



qui seront décrits ultérieurement, mis à la disposition des chirurgiens pour réaliser ces résections et grâce au mode de fabrication des éléments de prothèse, le procédé de fabrication étant décrit ultérieurement, il est possible d'obtenir une relation géométrique étroite entre la forme de la résection  
5 réalisée dans la surface articulaire et la forme de l'élément de prothèse à mettre en place. On obtient ainsi une liaison mécanique de grande qualité entre l'élément de prothèse et l'os correspondant.

Comme le montre la figure 4a, chaque élément de prothèse est limité par une surface de contact C, par une surface de fixation F et par une surface  
10 périphérique P qui raccorde les deux surfaces C et F. En outre, la surface de fixation F est munie d'au moins un élément d'ancrage A qui fait saillie hors de la face de fixation F.

Si maintenant on considère la résection réalisée par le chirurgien dans la surface articulaire pour permettre la mise en place de l'élément de  
15 prothèse, celle-ci comprend une surface d'appui B, un rebord périphérique en saillie par rapport à la surface d'appui B qui est référencé R et au moins un orifice d'ancrage D. Cette organisation générale de l'élément de prothèse et de la résection correspondante se retrouve quelle que soit la surface articulaire pour laquelle est mis en place l'élément de prothèse.

Comme on l'expliquera ultérieurement grâce aux instruments mis à la disposition du chirurgien pour effectuer la résection et grâce à la technique particulière de fabrication de l'élément de prothèse, il est possible d'obtenir une concordance géométrique sensiblement parfaite entre la surface de  
20 fixation F et la surface d'appui B de la résection. L'élément de prothèse est ainsi encastré dans la résection. De même, il est possible d'obtenir un contact sensiblement parfait après mise en place de la surface périphérique P de la prothèse et du rebord périphérique R de la résection. Enfin, il y a également coïncidence entre l'élément d'ancrage A et le trou d'ancrage D.

Dans le cas de l'élément de prothèse de la figure 4a, les surfaces respectivement de fixation F et de contact C, en section par des plans, sont  
30 limitées par une succession d'arcs de cercle E1, E2 etc. En, qui sont raccordés entre eux tangentiellement en présentant des rayons de courbure différents. Ainsi, chaque portion de surface de fixation comporte son propre "centre instantané de rotation", ce qui améliore encore la tenue de l'élément de prothèse. Dans sa partie courante, l'élément de prothèse présente une  
35 épaisseur e qui est sensiblement constante. La surface d'appui B de la

résection présente bien sûr une forme correspondant à celle de la surface de fixation F. On comprend que grâce d'une part à la présence de la surface périphérique P de l'élément de prothèse qui est en appui sur le rebord en saillie R de la résection et de la forme particulière de la surface de fixation, l'élément de prothèse mis en place est déjà liée mécaniquement à l'os. On comprend qu'ainsi, il est possible que l'élément d'ancrage A soit simplement constitué par un ergot qui pénètre dans l'orifice D de la résection. Il n'est plus nécessaire de prévoir un système de broches, de vis, plots ou similaire. En ce qui concerne la surface de contact C qui est destinée à coopérer avec la surface de contact de l'élément de prothèse conjugué de l'articulation, elle est réalisée de préférence de telle manière qu'elle se conforme exactement à la forme anatomique de la surface articulaire. Après mise en place de l'élément de prothèse dans la résection, on reconstitue ainsi exactement la surface articulaire anatomique initiale. Il faut ajouter que la résection est réalisée de telle manière que, lorsque cela est possible, elle n'affecte pas les points d'attache des ligaments et des muscles, ni de la capsule articulaire et les surfaces articulaires environnantes.

En première approximation, la surface périphérique P a la forme d'un tronc de cône non circulaire. Selon la nature de la surface articulaire, le sommet du cône peut être disposé du côté de la surface de contact ou du côté de la surface de fixation. L'angle  $b$  entre la direction de l'épaisseur de la prothèse et la surface périphérique est compris entre  $5^\circ$  et  $85^\circ$ .

Dans le cas de l'élément de prothèse représenté sur la figure 4B, la surface de contact C' et la surface de fixation F' sont sensiblement planes et parallèles entre elles dans leurs parties courantes, l'épaisseur étant sensiblement constante. La surface périphérique P' est en première approximation un tronc de cône dont le demi-angle au sommet est de l'ordre de  $5^\circ$  à  $45^\circ$ . Le rebord périphérique R' présente une forme conjuguée de la forme de la surface périphérique P'. Pour ce type d'éléments de prothèse, la résection effectuée est assimilable à un lamage réalisé par le chirurgien dans la surface articulaire.

Le sommet du cône non circulaire sur lequel est disposée la surface périphérique P' peut être disposé du côté de la surface de fraction F comme sur la figure 4b. Pour certaines surfaces articulaires, notamment dans le cas des vertèbres, le sommet du cône peut être disposé du côté de la surface de contact C.

Dans le cas des figures 4a et 4b, la surface périphérique de fixation P ou P' est nettement distincte de la surface de fixation F ou F'.

Dans le cas de l'élément de prothèse de la figure 4c, la surface périphérique P1 est une solution de continuité de la surface de fixation F1, ces deux surfaces se confondant sensiblement. Il va également de soi que dans ce cas, seule la partie centrale ZC de l'élément de prothèse présente une épaisseur sensiblement constante. Cependant dans ce cas encore, l'élément de prothèse est encastré dans la résection et la surface périphérique P1 coopère avec le rebord R1 de la résection pour participer à la fixation de la prothèse.

Dans le cas de la figure 4d, la surface périphérique P2 se distingue nettement de la surface de fixation F2, mais la section droite par un plan de cette surface périphérique n'est plus un segment rectiligne, comme dans le cas des figures 4a et 4b, mais une portion de courbe. La surface périphérique est alors une surface gauche qui n'est plus assimilable à un tronc de cône.

Quel que soit le type d'éléments de prothèse considérés, on comprend que la surface périphérique P P' joue un rôle déterminant en coopérant avec le rebord en saillie de la résection. En effet, ce contact permet la répartition optimale de la transmission des efforts entre l'os et la prothèse, ce qui permet, comme on l'a déjà expliqué, d'éviter un ancrage par vis, broches ou plats de dimensions importantes ou analogue de la prothèse sur l'os.

On comprend que si l'on considère un élément de prothèse complet proprement dit, selon le plan de section considéré, on pourra avoir une configuration similaire à celle de la figure 4a ou bien une configuration similaire à celle de la figure 4b, 4c, ou 4d, ou encore, selon les plans de coupe considérés, une combinaison de ces différentes configurations.

Dans les exemples d'élément de prothèse décrits en liaison avec les figures 4a à 4d, l'élément d'ancrage est constitué par un ou plusieurs ergots de forme générale conique ou tronconique qui fait saillie dans la surface de fixation et le trou d'ancrage a une forme conjuguée qui débouche dans le fond de la résection.

En se référant maintenant aux figures 4e à 4g, on va décrire un autre mode de réalisation de l'élément d'ancrage. Cet élément d'ancrage a une forme générale en queue d'aronde et le trou d'ancrage a la forme conjuguée.

Sur la figure 4g, on a représenté l'élément de prothèse 200 avec sa surface de contact 202, sa surface de fixation 204 et sa surface périphérique

206. L'élément d'ancrage est constitué par une forme en queue d'aronde 208 qui est raccordée à l'élément de prothèse proprement dit par sa surface de fixation 204, l'ensemble ne formant bien sûr qu'une seule pièce.

Comme le montrent les figures 4e et 4f, la résection 210 réalisée par le chirurgien comporte une première partie 212 destinée à recevoir l'élément de prothèse proprement dit et une deuxième partie 214 formant trou d'ancrage. La partie 214 a une forme conjuguée de l'élément d'ancrage 208 en queue d'aronde. Pour permettre la mise en place de la prothèse et notamment son élément d'ancrage 208, la partie 214 de la résection présente une première extrémité 214a débouchante et une deuxième extrémité 214b non débouchante constituée par la partie restante de l'os. L'élément de prothèse 200 est mis en place dans la résection 210 par coulissement selon la direction de la flèche F.

Grâce à la présence de la surface de fixation 204 et de la surface périphérique 206 combinée avec la présence de l'élément d'ancrage 208 en queue d'aronde 208, l'élément de prothèse est parfaitement immobilisé dans la résection sauf selon sa direction d'introduction F.

Pour remédier à cet inconvénient, on peut prévoir une vis ou broche de largeur réduite dont la tête fait saillie dans la face "avant" de l'élément d'ancrage, c'est-à-dire celle qui reste atteignable après la mise en place de la prothèse dans la résection. Ce type de prothèse est particulièrement bien adapté au cas des vertèbres ou même des plateaux tibiaux.

La partie 212 de la résection est fraisée comme on l'indiquera ultérieurement. La partie 214 est fraisée à l'aide de fraises spéciales dont l'axe de rotation est maintenu parallèle à la direction d'insertion F, les fraises utilisées comportant des organes de contrôle de profondeur de forage pour définir la longueur voulue de la résection 214 selon la direction F.

En se référant maintenant aux figures 1 à 3, on va décrire plusieurs exemples concrets d'éléments de prothèse correspondant à différentes articulations.

Sur les figures 1 à 1c, on a représenté les deux éléments de prothèse 10 et 12, utilisés pour l'extrémité supérieure du tibia. La figure 1 montre les deux résections 16 et 18 qui sont réalisées en conservant les surfaces pré et rétrospinales et donc les insertions LCA et LCD, des ménisques et de la capsule. Chaque résection comporte un rebord d'appui en saillie 22, une surface d'appui 24 et trois trous d'ancrage 26, 28 et 30. Chaque élément de

prothèse comporte une surface de fixation 30 qui est sensiblement plane dans laquelle font saillie trois éléments d'ancrage 32, 34 et 36. La surface périphérique 38 a une forme générale de tronc de cône, les différences d'épaisseur dans la zone périphérique étant dues au fait que la surface de contact doit se raccorder tangentiellement à l'os.

Comme le montre mieux la figure 1c, les éléments de prothèse 10 et 12 sont du type à surface de fixation et de contact sensiblement planes.

Les figures 2, 2a et 2b illustrent l'élément de prothèse 50 utilisé à l'extrémité inférieure de l'humérus 52. La surface d'appui de la résection 54 comporte une première portion en forme sensiblement cylindrique 56 et deux portions sensiblement planes 58. La surface de fixation de l'élément de prothèse 50 a bien sûr la forme correspondante. Elle comporte trois éléments d'ancrage 60, 62 et 64. La surface de contact 66 correspond à la surface articulaire anatomique. Dans des plans sensiblement perpendiculaires à l'axe d'articulation, on voit que la résection 54 définit deux rebords en saillie 70 et 72 destinés à coopérer avec les surfaces périphériques 74 et 76 de la prothèse. De même, les portions 78 et 80 de la surface périphérique de l'élément de prothèse sont destinées à coopérer avec les rebords en saillie 82 et 84 non visibles sur la figure. Pour améliorer encore la tenue de l'élément de prothèse, les surfaces 58 et 59 définissent un léger pincement. Comme on le voit mieux sur la figure 2b, selon le plan de coupe adopté pour cette figure, qui est perpendiculaire à l'axe de l'articulation, l'élément de prothèse est du type représenté sur la figure 4b. En revanche, on comprend que, dans un plan de section contenant l'axe de l'articulation, on aurait une section d'élément de prothèse de la forme représentée sur la figure 4a.

Enfin, les figures 3, 3a et 3b illustrent la résection de la tête de l'humérus et la forme de l'élément de prothèse correspondant 92. La résection définit une portion de surface assimilable à une calotte sphérique 94 raccordée à une portion 96 plus ou moins assimilable à une surface cylindrique. En outre, cette résection présente un rebord en saillie 98 qui fait tout le tour de la résection. On comprend que, dans ce cas, la résection laisse subsister en fait une partie de l'os qui est saillante par rapport au rebord périphérique 98. En ce qui concerne l'élément de prothèse 92, il comporte une surface de fixation 100 qui correspond aux surfaces 94 et 96 de la surface d'appui de la résection et un pourtour et une surface périphérique

102 qui correspond au rebord en saillie 98. On a représenté également sur ces figures les trous d'ancrage 104 et les éléments d'ancrage.

Comme on l'a déjà indiqué, une des caractéristiques essentielles des éléments de prothèse consiste dans le fait que la fixation mécanique des  
5 éléments de prothèse sur la surface articulaire réséquée est essentiellement obtenue par la surface périphérique de fixation de l'élément de prothèse et par sa surface de fixation. Ce résultat est obtenu grâce à la très grande similitude entre ces parties de l'élément de prothèse et le rebord périphérique et la surface d'appui de la résection réalisé par le chirurgien lors de la mise  
10 en place de l'élément de prothèse. Ces résultats peuvent être obtenus grâce d'une part aux moyens mis à la disposition du chirurgien pour réaliser la résection et d'autre part au procédé de fabrication des éléments de prothèse.

En se référant maintenant aux figures 5 à 8, on va décrire un procédé de fabrication d'un élément de prothèse conforme à l'invention. Dans un  
15 premier temps, illustré par la figure 5, on part d'un os ayant la forme exacte de la surface articulaire d'un os naturel pour laquelle on veut fabriquer la prothèse 120 qui présente la surface articulaire 122 sur laquelle on veut mettre en place l'élément de prothèse. Dans le cas particulier envisagé, il y a deux surfaces articulaires 122 et 122'. On ne décrira que le mode de  
20 réalisation de l'élément de prothèse correspondant à la surface articulaire 122. On réalise une reproduction de la forme de la surface anatomique externe de la surface articulaire 122 pour fabriquer une première partie 130 d'un moule 132 dont la face interne définissant une partie de l'empreinte du moule reproduit exactement la forme de la surface articulaire.

25 Dans un deuxième temps, on va réaliser sur l'os 120 un fraisage correspondant exactement à la résection que le chirurgien effectuera sur la surface articulaire du patient pour la mise en place de l'élément de prothèse. A l'aide d'un gabarit définissant le contour de la résection, ce gabarit étant référencé 136, on définit le contour de la résection. Ce gabarit de traçage du  
30 contour peut être matériel ou il peut être optique. Du point de vue anatomique, ce contour correspond sensiblement au contour du cartilage. Après avoir tracé le contour de la résection, à l'aide d'une fraise 140 ou 142 du type illustré sur les figures 7a à 7c, on fraise une gorge suivant le pourtour 36 de la résection avec une profondeur prédéterminé défini par la  
35 fraise 140, 140' ou 142. La forme de la fraise est telle que cette gorge 143 définit le rebord en saillie 144 de la résection. A l'aide d'autres instruments

de fraisage ou de meulage adaptés, on enlève la partie de la surface articulaire limitée par la gorge 143 qui vient d'être fraisée par une technique telle qu'on enlève en tous points sensiblement la même épaisseur de matière osseuse, ou plus précisément, cartilagineuse. Il est important de préciser que, durant toutes les opérations de fraisage pour réaliser la résection, les différents outils de fraisage sont maintenus avec leur axe parallèle à une direction fixe représentée par la flèche F sur la figure 5. La fraise 140 ou 140' présente une surface de fraisage non seulement vers son extrémité 140a, (140'a) mais également selon sa surface latérale 140, (140'b). On comprend que selon la position du tracé du contour de résection par rapport à la forme de la surface articulaire, on obtiendra effectivement une gorge (fig. 1 ou 6) ou une surface plane (fig. 2) ou sensiblement cylindrique (fig. 3). De même, selon les cas, le rebord de la résection sera fraisé par l'extrémité de la fraise (rebord 82 de la figure 2, rebord 98 de la figure 3) ou par sa surface latérale (rebord de la fig. 1, rebords 70, 72 de la figure 2). De préférence également l'axe des instruments de perçage ou forage servant à réaliser les trous d'ancrage, lorsque ceux-ci ont une forme générale tronconique, est maintenu parallèle à la direction F de forage. Cependant, on peut prévoir une certaine angulation de l'axe par rapport à cette direction. Ces trous d'ancrage sont de préférence tronconique tout comme l'élément d'ancrage lui-même. Dans un deuxième temps, à l'aide d'un gabarit de forage, on trace la position des trous d'ancrage à réaliser dans la résection, ces trous d'ancrage étant obtenus par un outil de forage ou de fraisage de type convenable. Les trous d'ancrage sont référencés 148 sur la figure 6. On réalise alors par tout moyen convenable un relevé de la forme de la résection ainsi réalisée, c'est-à-dire de sa surface périphérique 150, de sa surface d'appui 152 et des trous d'ancrage 148. A partir de la prise de forme de la résection, on fabrique un deuxième élément de moule 134 dont la face interne qui définit une partie de l'empreinte du moule qui est référencée 154 a la forme exacte de la résection. Il en va bien sûr de même lorsque l'élément d'ancrage est en forme de queue d'aronde. A partir du moule 132, on injecte un matériau de moulage convenable telle qu'une résine ou cire ou autres matériaux, après avoir refermé le moule. Après démoulage, on obtient ainsi un prototype de l'élément de prothèse qui a exactement la forme souhaitée quant à sa face de contact, sa face de fixation et sa surface périphérique.

A partir de ce prototype, on peut, par copie, fabriquer les éléments de prothèse proprement dits avec le matériau bio-compatible convenable tel que du titane, du polyéthylène, ou une combinaison de ces matériaux..

5 L'invention concerne également un ensemble de mise en place d'éléments de prothèse qui est à la disposition du chirurgien.

Pour chaque élément de prothèse correspondant à une surface articulaire, le chirurgien dispose de plusieurs "tailles" d'éléments de prothèse qui se distinguent les uns des autres seulement par des cotes différentes, la forme des éléments de prothèse étant toujours la même. Avant l'intervention,  
10 le chirurgien détermine par tout moyen convenable la taille appropriée.

Pour chaque taille d'élément de prothèse, le chirurgien dispose d'un gabarit pour le traçage du contour de la résection à réaliser et un gabarit de perçage des trous d'ancrage. Ces gabarits peuvent être soit matériels, soit optiques. Dans ce deuxième cas, le gabarit consiste en des moyens de  
15 projection sur la surface articulaire de l'image du tracé du contour ou du tracé des trous d'ancrage.

Enfin, le chirurgien dispose d'instruments de fraisage, de meulage et/ou de forage pour réaliser la résection et les trous d'ancrage selon leur forme. Des exemples de fraises sont donnés sur les figures 7a, 7b et 7c. De  
20 préférence, chaque fraise ou chaque instrument de forage comporte un repère de profondeur de telle manière que le chirurgien réalise la résection avec la profondeur voulue qui est sensiblement constante.

Comme on l'a déjà indiqué, durant au moins toute l'opération de fraisage du contour de la résection, l'axe de rotation de la fraise doit rester  
25 parallèle à une direction donnée qui est définie pour chaque élément de prothèse.

Le chirurgien peut disposer de moyens de guidage matériels ou optiques pour l'aider à maintenir manuellement la fraise dans la direction voulue.



## REVENDICATIONS

1. Elément de prothèse d'articulation destiné à être fixée sur la surface articulaire d'un os de l'articulation après résection convenable de ladite surface articulaire, ladite résection définissant sur au moins une partie de son contour un rebord (22, 98, R, R<sub>1</sub>) en saillie, caractérisé en ce que ledit élément de prothèse (10, 12, 50, 92, 200) est limité par une surface de contact (C, C', 66, 202) destinée à coopérer avec l'élément de prothèse de l'autre os de l'articulation, ladite surface de contact étant sensiblement identique à la surface articulaire anatomique, une surface de fixation destinée à être fixée sur la résection de la surface articulaire et une surface périphérique (P, P', 38, 74, 76, 102) de raccordement desdites surfaces de contact et de fixation, ladite surface périphérique étant destinée au moins en partie à coopérer avec le rebord en saillie de ladite résection, ladite surface de fixation étant munie d'au moins un élément d'ancrage (32, 34, 36, 60, 106, A, 208), la distance, selon une direction fixe entre lesdites surfaces de contact et de fixation dans sa zone centrale étant sensiblement constante, ladite surface périphérique de raccordement comportant au moins des portions allant en s'évasant par rapport à ladite direction fixe depuis la surface de fixation vers la surface de contact ou depuis la surface de contact vers la surface de fixation, par quoi lesdites portions de surface périphérique sont en appui sur les portions correspondantes du rebord de ladite résection.

2. Elément de prothèse selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface de fixation (F') est sensiblement plane, en ce que ladite surface de contact (C') est également sensiblement plane et sensiblement parallèle à la surface de fixation, en ce que lesdits éléments d'ancrage sont sensiblement orthogonaux à ladite surface de fixation et en ce que ladite surface périphérique fait un angle  $\alpha$  compris entre 5 et 45 degrés avec la direction normale auxdites surfaces de contact en étant évasée vers ladite surface de contact occupant ladite surface périphérique occupant sensiblement la totalité du contour desdites surfaces de contact et de fixation.

3. Elément de prothèse selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface de fixation est sensiblement plane, en ce que ladite surface de contact est également sensiblement plane et sensiblement parallèle à la surface de fixation, en ce que lesdits éléments d'ancrage sont sensiblement orthogonaux à ladite surface de fixation et en ce que ladite surface

périphérique fait un angle  $\alpha$  compris entre 5 et 45 degrés avec la direction normale auxdites surfaces de contact en étant évasée vers ladite surface de fixation occupant ladite surface périphérique occupant sensiblement la totalité du contour desdites surfaces de contact et de fixation.

5           4. Élément de prothèse selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'en section par une première famille de plans parallèles entre eux les surfaces de contact (C) et de fixation (F) sont définies par une pluralité d'arcs de cercle (En) raccordés tangentielllement entre eux, lesdits arcs de cercle présentant des centres distincts.

10           5. Élément de prothèse selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'en section par une première famille de plans parallèles entre eux les surfaces de contact (C) et de fixation (F) sont définies par une pluralité d'arcs de cercle (En) raccordés tangentielllement entre eux et en ce que la section par lesdits plans de la surface périphérique (P) de raccordement fait  
15 avec la tangente à l'extrémité de la section de la surface de contact un angle  $\beta$  compris entre 5 et 85 degrés est évasée vers ladite surface de fixation.

6. Élément de prothèse selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite surface périphérique (P) a sensiblement la forme d'un tronc de cône à section droite non circulaire.

20           7. Élément de prothèse selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément d'ancrage (A) comprend au moins un ergot de forme sensiblement tronconique.

8. Élément de prothèse selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit élément d'ancrage comprend une forme  
25 sensiblement en queue d'aronde (208) faisant saillie hors de ladite face de fixation (204).

9. Ensemble de mise en place d'un élément de prothèse d'articulation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 sur une surface articulaire d'un des os de ladite articulation, caractérisé en ce qu'il comprend:

30           – un ensemble desdits éléments de prothèses semblables se distinguant par certaines côtes, chaque élément de prothèse comprenant une face de contact pour coopérer avec une prothèse d'un autre type fixée sur l'autre os de ladite articulation, une face de fixation destinée à être fixée sur ladite surface articulaire de l'os après résection convenable de celui-ci,  
35 ladite face de fixation étant munie d'au moins un élément d'ancrage faisant saillie dans ladite face et une surface périphérique reliant lesdites faces de

contact et de fixation, chaque élément de prothèse ayant une épaisseur sensiblement constante entre lesdites deux faces,

– un premier ensemble de moyens formant gabarits (136) de contour de résection, chaque gabarit étant associé à une prothèse de l'ensemble, 5 chaque gabarit de contour comportant des moyens de traçage du contour de la résection à réaliser, ledit contour correspondant à la périphérie dudit élément de prothèse;

– un ensemble de moyens formant gabarits de trous d'ancrage (148), chaque moyen formant gabarit étant associé à un des éléments de prothèse 10 de l'ensemble, chaque gabarit de trou d'ancrage comportant des moyens de positionnement par rapport au contour de résection et des moyens de traçage de l'emplacement du ou des trous d'ancrage associés aux éléments d'ancrage ;

– un premier ensemble d'instruments de fraisage (140, 140', 142) 15 pour réaliser ladite résection à l'intérieur dudit contour et contrôler les paramètres de fraisage;

– un deuxième ensemble d'instruments de forage pour réaliser lesdits trous d'ancrage et contrôler les paramètres de forage; et

– des moyens d'aide au guidage du déplacement desdits instruments 20 de telle manière que les instruments de fraisage soient déplacés au moins selon ledit contour de telle manière que leur axe reste sensiblement parallèle à une direction fixe, ladite direction étant liée auxdits gabarits et que les instruments de perçage soient maintenus avec le même axe de perçage.

10. Ensemble selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il 25 comprend en outre un ensemble d'éléments de prothèse d'essai, chaque élément de prothèse d'essai correspondant à un élément de prothèse, et ayant exactement la même forme que celui-ci, chaque élément de prothèse d'essai comportant des moyens de mise en place.

11. Procédé de fabrication d'un élément de prothèse d'articulation 30 selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

– on part d'un os (120) ayant la forme exacte de la surface articulaire d'un os naturel pour lequel on veut fabriquer la prothèse;

– on fraise une partie (122, 122') de l'extrémité de l'os selon ladite 35 surface articulaire en maintenant une direction constante de fraisage de manière à définir une zone centrale fraisée et une surface périphérique, la

profondeur de fraisage étant sensiblement constante dans ladite zone centrale, ladite surface périphérique définissant au moins en partie un rebord en saillie par rapport à ladite zone centrale selon la direction de fraisage;

- on fraise dans ladite zone centrale au moins un orifice d'ancrage;
- 5       – on réalise un moule (130, 132, 154) dont l'empreinte est limitée d'une part par une première surface définissant la surface de contact, et d'autre part par une deuxième surface constituée par la surface de fixation et ladite surface périphérique résultant du fraisage;

- on introduit dans ledit moule un matériau de moulage pour que
- 10       celui-ci prenne la forme de l'empreinte du moule;

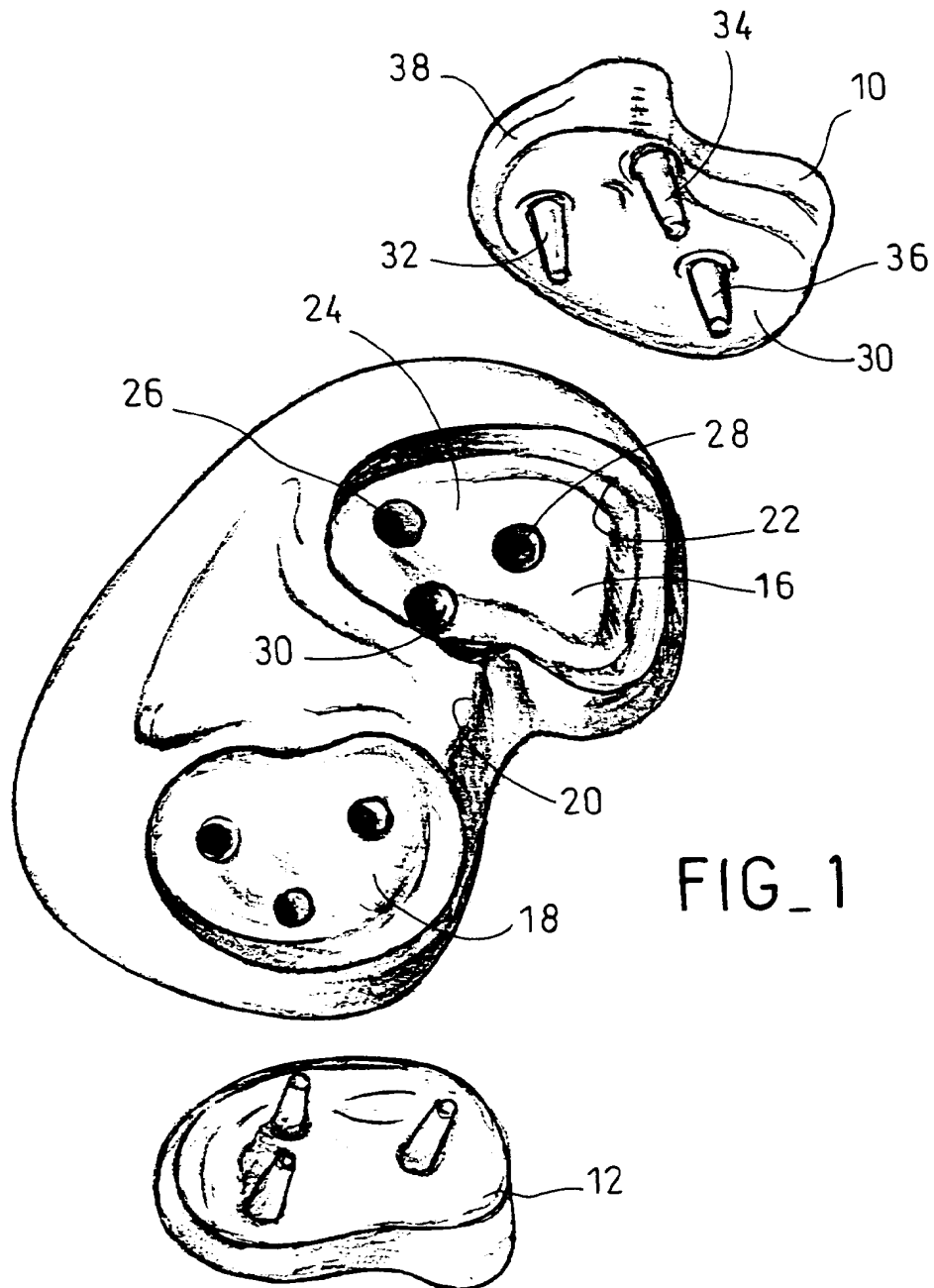
– on démoule la pièce ainsi obtenue par quoi on obtient un prototype dudit élément de prothèse; et

– on réalise ledit élément de prothèse à partir dudit prototype.

- 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite
- 15       première surface est identique à la forme de la surface articulaire de l'os.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite première surface est distincte de la surface articulaire de l'os et est conformée pour réduire les degrés de liberté de l'articulation dont l'os fait partie.

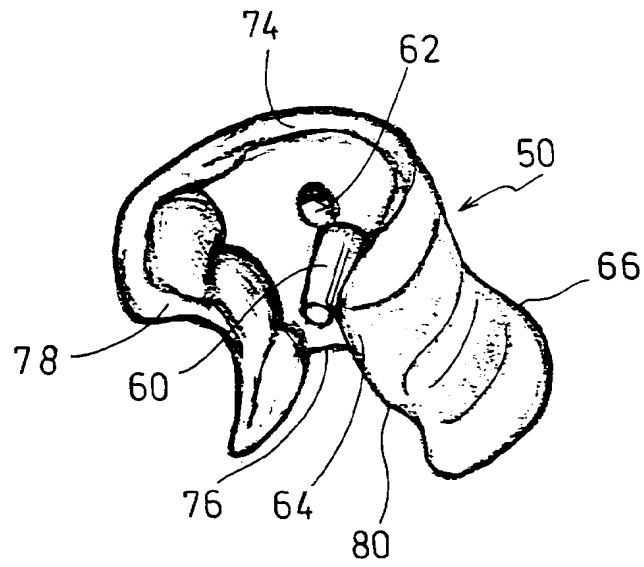
FIG\_1a



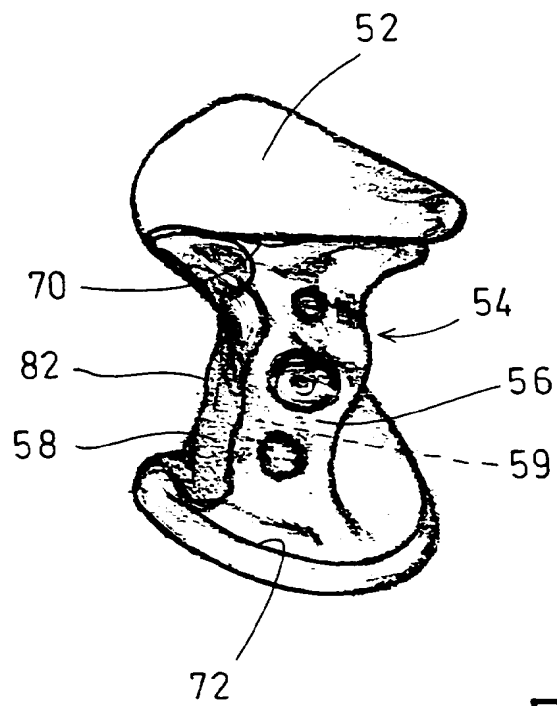
FIG\_1

FIG\_1b

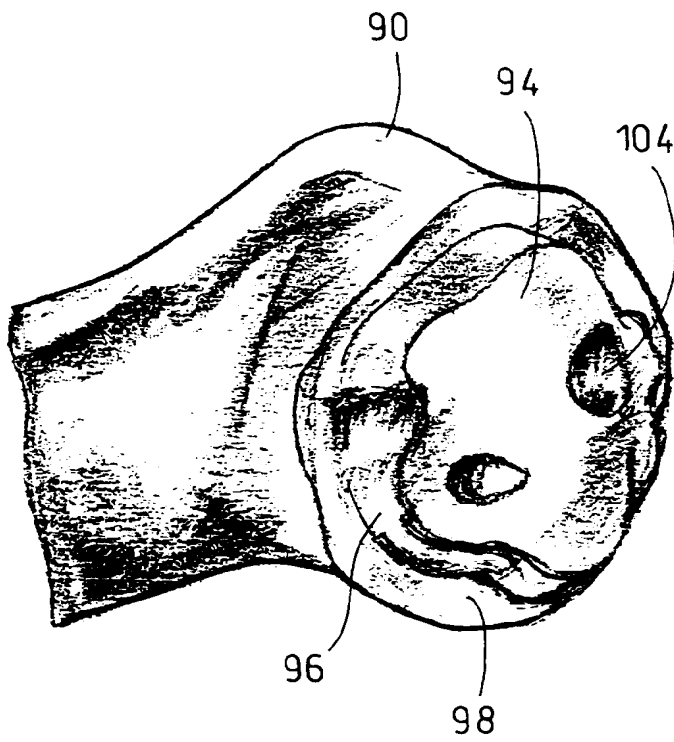
2/8



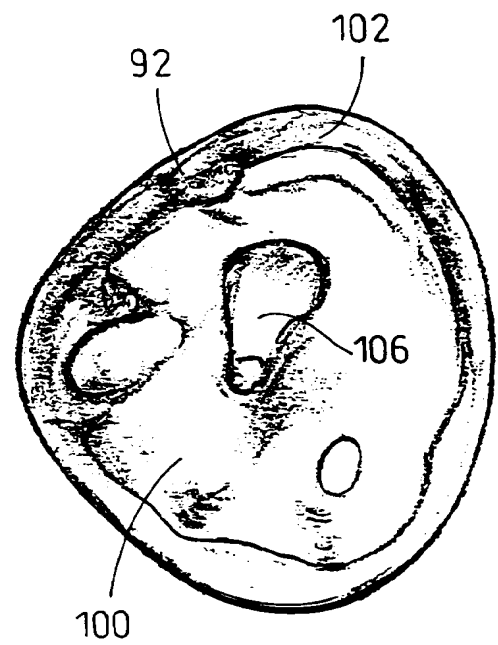
FIG\_2a



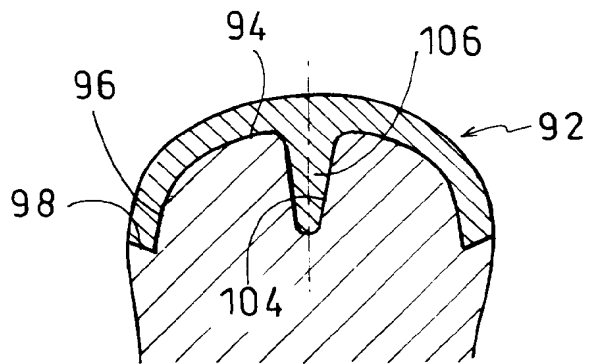
FIG\_2



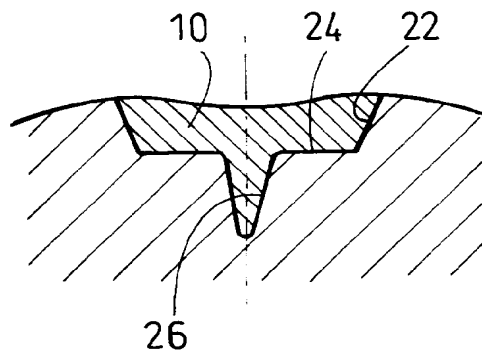
FIG\_3



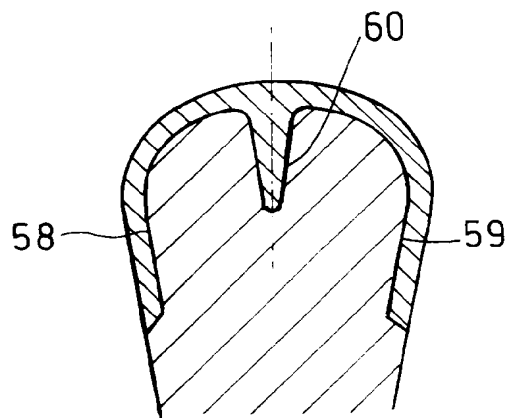
FIG\_3a



FIG\_3b



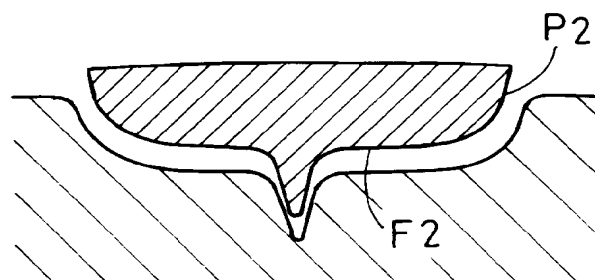
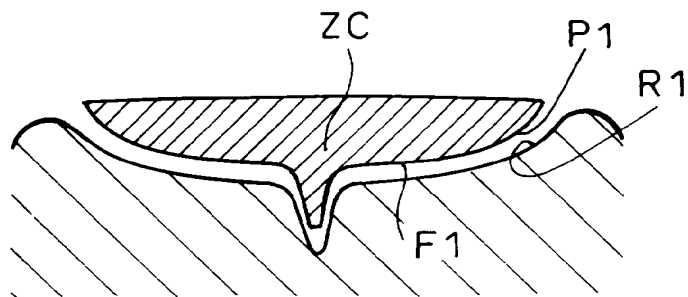
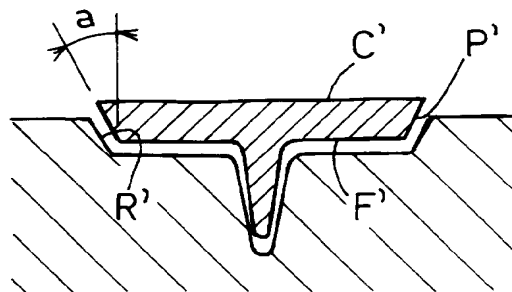
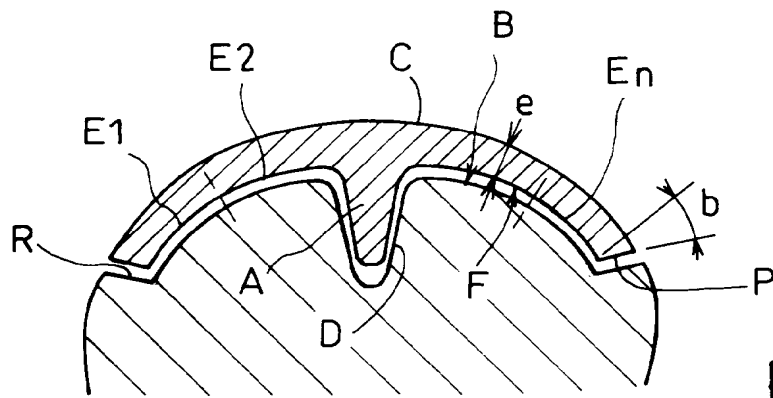
FIG\_1c



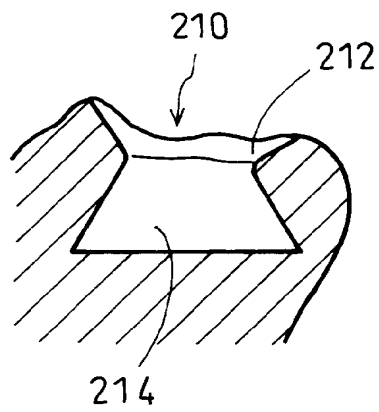
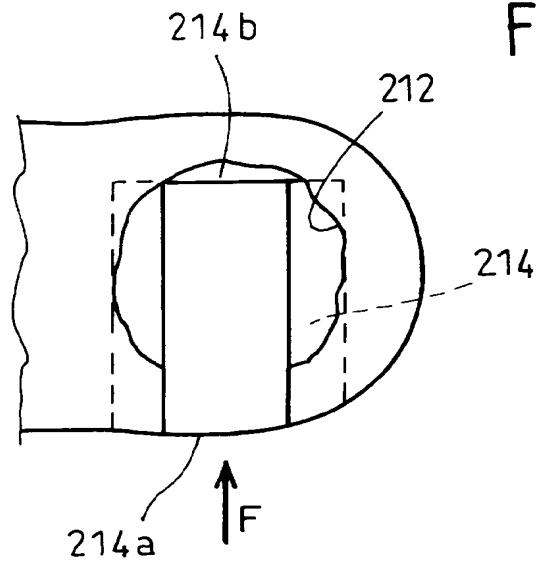
FIG\_2b



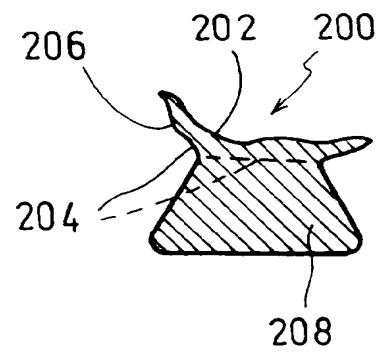
5 / 8



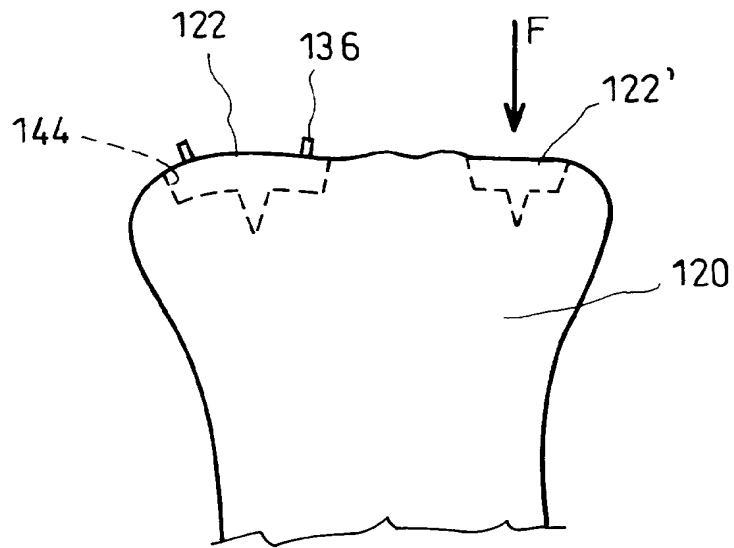
FIG\_4 e



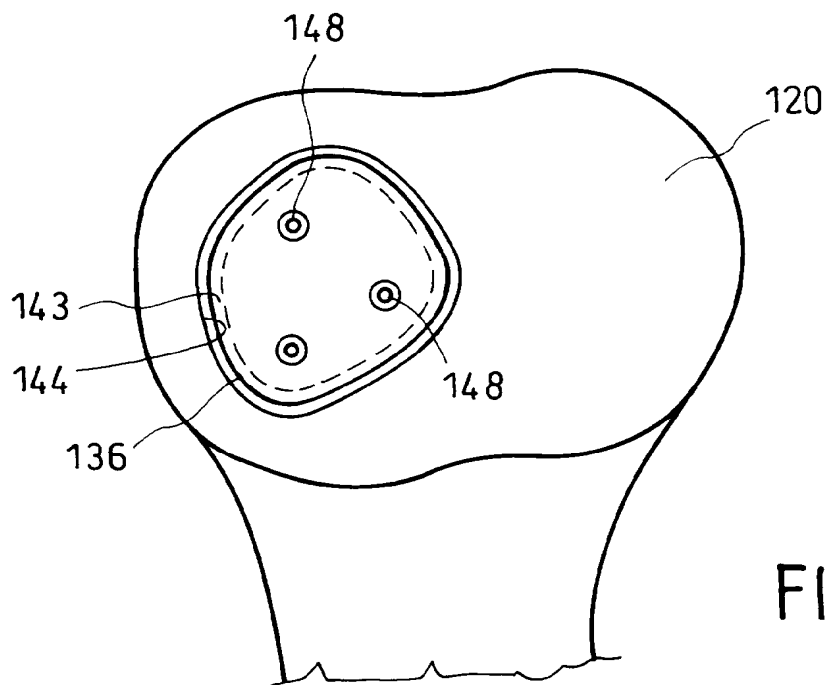
FIG\_4 f



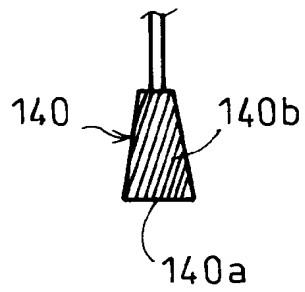
FIG\_4 g



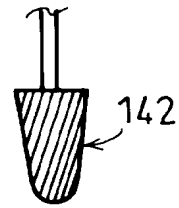
FIG\_5



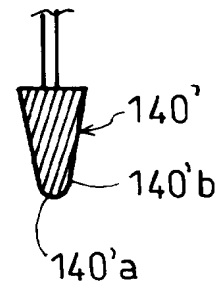
FIG\_6



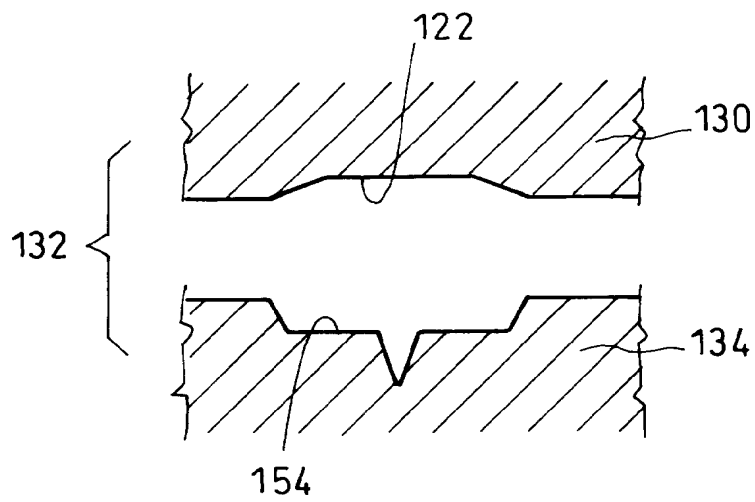
FIG\_7a



FIG\_7b



FIG\_7c



FIG\_8

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	CH-A-449 173 (SULZER)	1,4-6
Y	* colonne 3, ligne 32-56 *	2,3,7,8
A	* figures *	9,11
Y	DE-A-29 33 174 (SULZER) * page 5, ligne 8-13; figures *	2,3,7
Y	EP-A-0 317 972 (ASAHI KOGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * abrégé; figures *	8
X	FR-A-2 686 503 (TORNIER) * le document en entier *	1,5-7
X	WO-A-89 07910 (CESSOT) * le document en entier *	11,12
Y	US-A-3 547 115 (STEVENS) * colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 38; figures *	9,10
A	DE-A-35 16 743 (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK)	
A	FR-A-2 630 640 (LEBEGUEC)	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		A61F A61B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
9 Mai 1996		Steenbakker, J
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication  ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure  à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date  de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		